

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-085367

(43)Date of publication of application : 25.03.1994

(51)Int.Cl.

H01S 3/10  
H04B 10/16

(21)Application number : 04-237157

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 04.09.1992

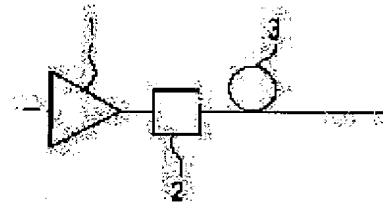
(72)Inventor : TOMIOKA TAZUKO

## (54) OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide the coherent optical communication system causing no self phase modulation without decreasing the output of an optical amplifier.

**CONSTITUTION:** After the modulation for specifying amplitude, a passive waveguide type optical limiter is arranged in the position immediately after an optical amplifier 1. Thus, the fluctuation in amplitude in high power can be avoided thereby enabling the self phase modulation to be avoided. Resultantly, the output of the optical amplifier 1 can be increased while avoiding the wave form distortion due to the self phase modulation so that the intervals between the optical amplifiers as well as between reproduction relays may be lengthened.



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A modulation method in a coherent optical fiber communications system which uses a light amplifier Frequency modulation, An optical fiber communications system allotting an optical limiter to at least one output side among an optical transmitter which are amplitude fixed modulation methods, such as a phase modulation, and is provided in the system concerned, an optical mailbox amplifier, and an optical relay amplifier.

[Claim 2]The optical fiber communications system according to claim 1 which comprises a passive optical waveguide to which said optical limiter performs limiter operation by the nonlinearity of coupling efficiency of a linearity portion and a nonlinear portion.

[Claim 3]The optical fiber communications system according to claim 2 in which said passive optical waveguide is an optical fiber type.

[Claim 4]The optical fiber communications system comprising according to claim 2 or 3:

A means to detect light leaking of said optical limiter and to feed back a control signal corresponding to power of this light leaking to apparatus in front of an optical limiter.

A means to stabilize input light power to an optical limiter according to said control signal.

[Claim 5]The optical fiber communications system possessing a means to generate a bias signal according to input light power to said optical limiter, and to control saturation power of an optical limiter according to this bias signal according to claim 2 or 3.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to a coherent optical fiber communications system, and relates to the art of preventing the obstacle by a nonlinear phenomenon especially.

[0002]

[Description of the Prior Art]In recent years, receiving sensitivity degradation by the nonlinear optical phenomena generated in a fiber by the appearance of a practical optical fiber amplifier poses a problem. Although it is a phenomenon which happens when light power density of nonlinear optical phenomena is very large, there is a phenomenon called self-phase modulation into it (stolen: " -- Nonlinearity in Fiber Transmission -- " -- Proceedings of the IEEE, Vol.68 (1980), No.10, and pp1232-1236). Since this changes with the strength of the light which the refractive index of an optical fiber spreads, it is a phenomenon which a propagation rate changes and the roughness and fineness (phase modulation) of a phase generate. As the spectrum of transmission light spreads by the usual data modulation, a spectrum spreads also by this phase modulation. Occasionally the spreading width also becomes an order of NANOMETORU, although it is dependent on the output and transmission distance of an optical fiber amplifier. At this time, receiving sensitivity deteriorates greatly by the severe system of a line width demand like coherent optical communication. This phenomenon happens also by its own strength, and even when the noise under the influence of other lights, for example, the spontaneous emission light which an optical fiber amplifier emits, is overlapped on an optical signal, it happens.

[0003]The method of preventing receiving sensitivity degradation by self-phase modulation by coherent optical communication The former, the method (: besides Yamasaki -- " -- Kerr for coherent-light-amplification relay transmissions using Phase Noise Canceller -- effect compensation systems -- " -- 1992 electrical-and-electric-equipment information-and-telecommunications society spring convention and SB-9-7) of transmitting a pilot carrier is reported. This is the method of compensating, after self-phase modulation happens. Therefore, it may be unable to compensate depending on the grade of generating of self-phase modulation.

[0004]In order not to start self-phase modulation, the output of the light amplifier had to be made small by shortening distance spread by large power to the extent that self-phase modulation did not occur. However, a light amplifier must be used for then transmitting a long distance in large numbers at a short interval, and the advantage of using a light amplifier is halved.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]Thus, in the optical fiber communications system in the former, in order to prevent receiving sensitivity degradation by self-phase modulation, there is only a method of compensating after self-phase modulation generating, or lowering the output of a light amplifier, and keeping a nonlinear phenomenon from happening, and the method of preventing receiving sensitivity degradation effectively was not proposed.

[0006]There is a place which it was made in order that this invention might solve such a conventional technical problem, and is made into that purpose in providing the coherent optical fiber communications system with which self-phase modulation does not happen, without lowering the output of a light amplifier.

[0007]

[Means for Solving the Problem]In a coherent optical fiber communications system with which a light

amplifier is used for this invention in order to attain the above-mentioned purpose, Modulation methods are amplitude fixed modulation methods, such as frequency modulation and a phase modulation, and it is the feature to have allotted an optical limiter to at least one output side among an optical transmitter provided in the system concerned, an optical mailbox amplifier, and an optical relay amplifier.

[0008]

[Function]The input-output behavioral characteristics of the optical limiter used for constituted this invention are like drawing 11 like \*\*\*\*. That is, if the light of large power inputs into an optical limiter, when outputting, the strong portion of power will hit the ceiling and come out. Self-phase modulation is a phenomenon in which the amplitude fluctuation of the strong portion of power causes a phase modulation. Therefore, in the modulation method of fixed amplitude, such as PSK by which normal use is carried out by coherent optical communication, and FSK, after an optical transmitter output with large light amplifier or output power, if it is lost because amplitude fluctuation, such as remains AM and light amplifier noise, penetrates an optical limiter, self-phase modulation will not happen. Since the optical limiter itself will not make noise if the passive component which consists of a nonlinear optical crystal instead of the active device which can have luminescence capability, such as a semiconductor laser amplifier, etc. is used as an optical limiter, it is effective in self-phase modulation prevention. The passive light limiter can consist of waveguides with both linearity portions and nonlinear portions as show drawing 12 the principle. Since the electric field distribution of the propagation light of a nonlinear portion changes with the light intensity of propagation light like drawing 12, coupling efficiency when combining with a linearity portion from a nonlinear portion has depended this on the principle of being dependent on light power. At such an optical limiter of composition, the input-output behavioral characteristics and saturation power of a limiter can be freely designed in the combination of the refractive index of the substance which constitutes a waveguide, a nonlinear refractive index, the size of a waveguide, shape, linearity, and nonlinear repeat frequency.

[0009]If the above-mentioned passive optical waveguide is a fiber type, connection with an optical fiber amplifier or the optical fiber for transmission becomes easy, coupling loss decreases, and a repeating span can be expanded.

[0010]At the optical limiter of such a principle, since the power cut by limiter operation serves as light leaking from a waveguide, the input control power to an optical limiter can be known by detecting the power. If the output power of the optical transmitter before an optical limiter or a light amplifier is controlled so that the power of the light leaking becomes fixed with a suitable value, it will be lost that there are too few outputs of an optical transmitter or a light amplifier, and limiter operation is not performed, but amplitude fluctuation remains. It can also be prevented an optical transmitter or a light amplifier taking out the power more than needed.

[0011]Saturation power of an optical limiter can be made small as the characteristic is shown in drawing 13 by irradiating a nonlinear portion with bias light from the exterior, or impressing bias voltage. Therefore, in the time of an optical limiter design, saturation power is set as the maximum of a control range, if the saturation power is controlled by adding bias, according to the output power of optical amplifier, amplitude fluctuation can be removed appropriately, and pliability will be made to a design and operation of an optical system.

[0012]

[Example]Hereafter, the example of this invention is described based on a drawing. Drawing 1 is the light amplifier 1 which is the principal part of the optical fiber communications system with which this invention was applied, and a lineblock diagram showing the portion of the optical limiter 2. Like a graphic display, the optical limiter 2 is allotted immediately after the light amplifier 1. Besides the rare-earth-doped-optical-fiber amplifier often used as the light amplifier 1 now, a semiconductor laser amplifier may be sufficient. The optical limiter 2 is placed without letting an optical fiber pass as much as possible after a light amplifier output.

[0013]Drawing 2 is the example which included this in the coherent optical fiber communications system. It is amplified with the light amplifier 1 several times until the light outputted from the transmitter 4 is received by a receiver or the regenerative repeater 5, but the optical limiter 2 is allotted immediately after each light amplifier 1. When the light power of a transmitter outputted ray is large, the optical limiter 2 is placed also immediately after that.

[0014] Drawing 3 is a part of example of this invention, and is an example of composition of the optical limiter 2. A part of linear channel waveguide 7 has placed and replaced the nonlinear waveguide 8, the substance which constitutes a linearity waveguide -- inorganic matter and organicity -- whichever may be sufficient. The nonlinear thin film 9 may be attached as a clad on the linear-channel waveguide 7 like drawing 4. If UV irradiation etc. usually add some operations to it by a linearity substance like diacetylene and what becomes nonlinear material will be used, composition like drawing 5 can be performed. If this appearance is used, the difference of mode distribution when input control power is small will be small, and a loss will decrease. Like drawing 6, if the linear part 7 and the non linear part 8 are repeated several times, limiter saturation power will become small.

[0015] Although the above is the channel waveguide 7, it may be made a fiber type like drawing 7 acquiring the same effect. That is, a part of linearity core 12 inserted in linearity clad 14 inside can be transposed to the nonlinear core 13, and it can also be constituted. Since processing finer than a tabular thing like drawing 3 cannot give such a fiber type easily, manufacture becomes a little difficult, but the coupling loss with an optical fiber amplifier or the optical fiber for transmission becomes smaller than a tabular waveguide.

[0016] Drawing 8 is a part of example of this invention, and detects the light leaking from the optical limiter 2 with the photodetector 15. The detection output is changed to a suitable control signal with the light amplifier control device 16, and it feeds back to the light amplifier 1, and it controls so that the light amplifier 1 outputs the input control power to which operation of the optical limiter 2 is performed most effectively. By this, the optical limiter 2 can be used now on the optimal conditions.

[0017] Drawing 9 and 10 are a part of examples of this invention, they divide the output of the light amplifier 1 with the linearity light distributor 17, receive one of these with the photodetector 15, and detect the input control power to the optical limiter 2. This is changed into a suitable control signal with the optical limiter control device 18, and the source 19 of optical bias light is controlled like drawing 9. Or it is used for controlling the bias voltage of the optical limiter 2 like drawing 10. At this time, control is performed so that operation of the optical limiter 2 may be made to be performed most effectively or the output power of the optical limiter 2 may fulfill the desired value from the whole system. The optical limiter 2 comes to operate under the optimal conditions by this.

[0018]

[Effect of the Invention] As explained above, in this invention, the light amplifier is used, and in large coherent transmission systems, the incidence power to an optical fiber hangs amplitude fixed abnormal conditions on the light transmitted, and allots an optical limiter immediately after a light amplifier or an optical transmitter.

Therefore, change of the optical amplitude leading to self-phase modulation is removable.

As a result, the output of a light amplifier can be enlarged and the light amplifier interval in transmission systems can be lengthened. Since the waveform deterioration by self-phase modulation is lost, the effect that a regenerative-repeater interval can be lengthened is acquired.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] They are a light amplifier which is the principal part of the optical fiber communications system with which this invention was applied, and a lineblock diagram showing an optical limiter.

[Drawing 2] It is a block diagram showing the composition of one example of the optical fiber communications system of this invention.

[Drawing 3] It is an example of composition of an optical limiter, and is the figure with which the nonlinear waveguide is incorporated into the linearity waveguide.

[Drawing 4] It is an example of composition of an optical limiter, and is the figure with which the nonlinear thin film is a clad on the linearity waveguide.

[Drawing 5] It is an example of composition of an optical limiter, and a part of clad of a linearity waveguide is the figure which is nonlinear material.

[Drawing 6] It is an example of composition of an optical limiter, and is the figure with which the nonlinear waveguide is repeatedly incorporated into the linearity waveguide.

[Drawing 7] It is a figure showing the example which constituted the optical limiter in the fiber type.

[Drawing 8] It is an explanatory view showing the example which detects the light leaking of an optical limiter and applies feedback control to a light amplifier.

[Drawing 9] It is an explanatory view showing the example which detects the input control power of an optical limiter and controls the saturation power of an optical limiter by bias light.

[Drawing 10] It is an explanatory view showing the example which detects the input control power of an optical limiter and controls the saturation power of an optical limiter by bias voltage.

[Drawing 11] It is a figure showing the input-output behavioral characteristics of an optical limiter.

[Drawing 12] It is an explanatory view showing the principle of an optical limiter.

[Drawing 13] The input-output behavioral characteristics of an optical limiter are the explanatory views showing signs that it changes on the bias.

### [Description of Notations]

- 1 Light amplifier
- 2 An optical limiter
- 3 The optical fiber for transmission
- 4 An optical transmitter or a regenerative repeater
- 5 A regenerative repeater or an optical receiver
- 6 Substrate
- 7 Linearity waveguide
- 8 Nonlinear waveguide
- 9 Nonlinear clad
- 10 Linearity clad
- 11 Nonlinear clad
- 12 Linearity core
- 13 Nonlinear core
- 14 Linearity clad
- 15 Photodetector
- 16 Light amplifier control device
- 17 An optical distributor
- 18 Optical limiter control device

## 19 The source of optical bias light

---

[Translation done.]

---

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

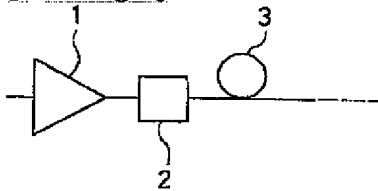
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

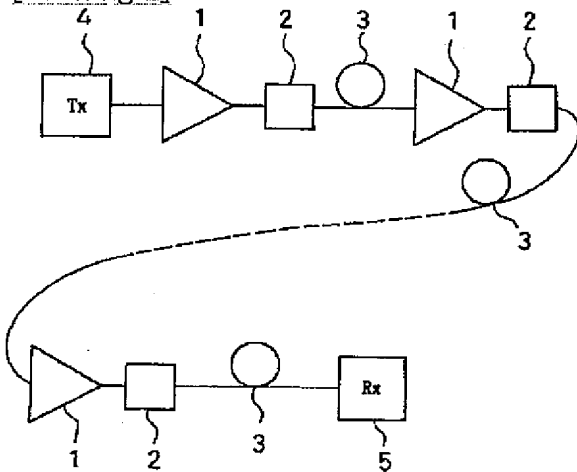
**DRAWINGS**

---

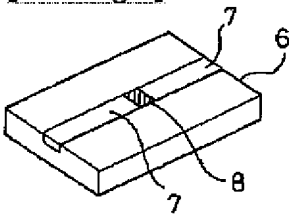
[Drawing 1]



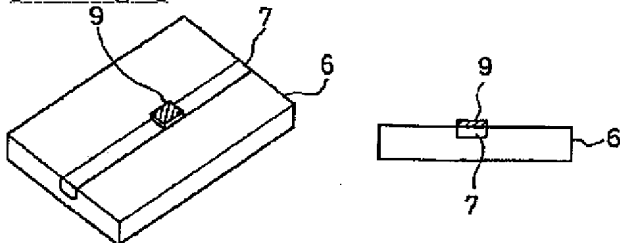
[Drawing 2]



[Drawing 3]

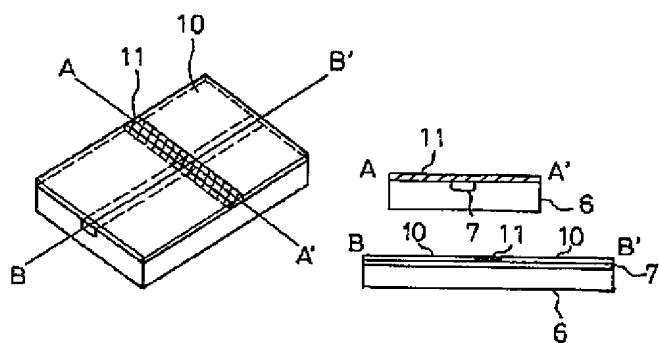


[Drawing 4]

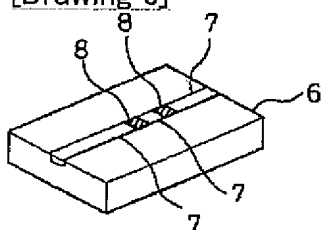


[Drawing 5]





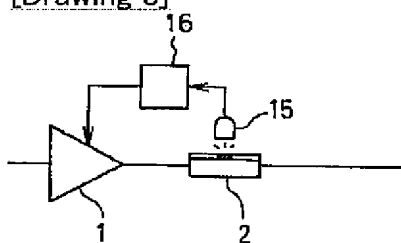
[Drawing 6]



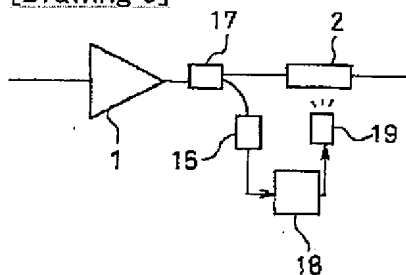
[Drawing 7]



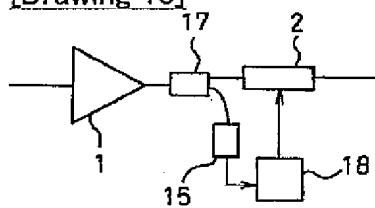
[Drawing 8]



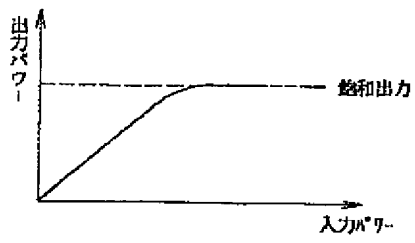
[Drawing 9]



[Drawing 10]

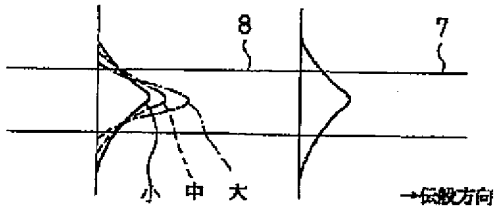


[Drawing 11]

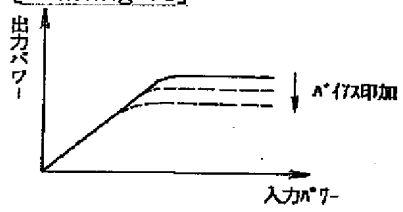


[Drawing 12]

<電界分布>



[Drawing 13]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-85367

(43)公開日 平成6年(1994)3月25日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 S 3/10

H 0 4 B 10/16

識別記号

A 8934-4M

8220-5K

庁内整理番号

F I

H 0 4 B 9/ 00

技術表示箇所

J

審査請求 未請求 請求項の数5(全 5 頁)

(21)出願番号

特願平4-237157

(22)出願日

平成4年(1992)9月4日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 富岡 多寿子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝総合研究所内

(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外1名)

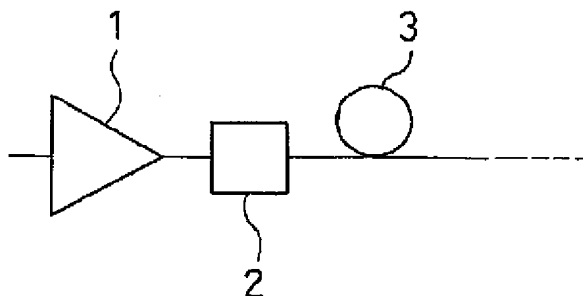
(54)【発明の名称】 光通信システム

(57)【要約】

【目的】 本発明は、光増幅器の出力を下げることなく、自己位相変調が起こらないコヒーレント光通信システムを提供する事を目的とする。

【構成】 振幅一定変調を行ない、光増幅器の直後に受動導波路型光リミタを配する。

【効果】 高パワーでの振幅変動がなくなるため、自己位相変調が起こらなくなる。その結果、光増幅器の出力を大きくでき、また、自己位相変調による波形歪みがなくなるので光増幅器間隔、再生中継間隔が拡大できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光増幅器を使用するコヒーレント光通信システムにおいて、変調方式が周波数変調、位相変調等の振幅一定変調方式であり、当該システムに設けられる光送信器、光ポスト増幅器、光中継増幅器のうち少なくとも1つの出力側に光リミタを配したことを特徴とする光通信システム。

【請求項2】 前記光リミタは、線形部分と非線形部分との結合効率の非線形性によってリミタ動作を行なう受動光導波路で構成される請求項1記載の光通信システム。

【請求項3】 前記受動光導波路は光ファイバ型である請求項2記載の光通信システム。

【請求項4】 前記光リミタの漏れ光を検出し、該漏れ光のパワーに対応した制御信号を光リミタ直前の機器にフィードバックする手段と、前記制御信号に応じて光リミタへの入力光パワーを安定化させる手段と、を具備した請求項2又は3記載の光通信システム。

【請求項5】 前記光リミタへの入力光パワーに応じてバイアス信号を発生し、該バイアス信号に応じて光リミタの飽和出力を制御する手段と、を具備した請求項2又は3記載の光通信システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はコヒーレント光通信システムに係り、特に、非線形現象による障害を防止する技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、実用的な光ファイバ増幅器の登場によってファイバ中で発生する非線形光学現象による受信感度劣化が問題となっている。非線形光学現象は光パワー密度が非常に大きい場合に起こる現象であるが、その中に自己位相変調と言われる現象がある(stolen: "Nonlinearity in Fiber Transmission", Proceedings of the IEEE, Vol. 68(1980), No. 10, pp1232-1236)。これは、光ファイバの屈折率が伝搬する光の強弱によって変化するため、伝搬速度が変化し、位相の疎密(位相変調)が発生する現象である。通常のデータ変調によって送信光のスペクトルが広がるように、この位相変調によってもスペクトルが広がる。広がる幅は光ファイバ増幅器の出力と伝送距離に依存するが、時にはナノメートルのオーダーにもなる。この時、コヒーレント光通信のような線幅要求の厳しい系では受信感度が大きく劣化する。この現象は自分自身の強弱によっても起こるし、他の光の影響、例えば、光ファイバ増幅器の放出する自然放出光による雑音が信号光に重畳する様な場合でも起こる。

【0003】コヒーレント光通信で自己位相変調による受信感度劣化を防ぐ方法はこれまで、パイロットキャリアを送信する方法(山崎他:"Phase Noise Canceller

を用いたコヒーレント光増幅中継伝送用Kerrを効果補償方式", 1992年電気情報通信学会春期大会, SB-9-7)が報告されている。これは自己位相変調が起こった後で補償する方法である。したがって、自己位相変調の発生の程度によっては補償できないこともある。

【0004】自己位相変調を起こさないためには、大きいパワーで伝搬する距離を短くするか、光増幅器の出力を自己位相変調が起きない位に小さくするしかなかった。しかし、それでは長距離を伝送するのに光増幅器を短い間隔でたくさん使用しなければならず、光増幅器を使う事の利点が半減する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように従来における光通信システムにおいては、自己位相変調による受信感度劣化を防ぐためには、自己位相変調発生後に補償するか、光増幅器の出力を下げて非線形現象が起こらないようにする方法しかなく、効果的に受信感度劣化を防ぐ方法が提案されていなかった。

【0006】この発明はこのような従来の課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、光増幅器の出力を下げることなく、自己位相変調が起こらないコヒーレント光通信システムを提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、光増幅器を使用するコヒーレント光通信システムにおいて、変調方式が周波数変調、位相変調等の振幅一定変調方式であり、当該システムに設けられる光送信器、光ポスト増幅器、光中継増幅器のうち少なくとも1つの出力側に光リミタを配したことが特徴である。

## 【0008】

【作用】上述の如く構成された本発明に用いられる光リミタの入出力特性は図11の如くである。即ち、大きいパワーの光が光リミタに入力すると、出力するときにはパワーの強い部分が頭打ちになって出てくる。自己位相変調はパワーの強い部分の振幅変動が位相変調を起こす現象である。したがって、コヒーレント光通信で通常使用されるPSK、FSKなど一定振幅の変調方式では、光増幅器あるいは出力パワーの大きい光送信器出力後、残留AM、光増幅器雑音などの振幅変動が光リミタを透過することで無くなれば自己位相変調は起こらない。光リミタとしては、半導体レーザ増幅器などの発光能力を持ち得る能動素子ではなく、非線形光学結晶などからなる受動素子を使用すれば光リミタそのものが雑音を出すことがないので自己位相変調防止に有効である。受動光リミタは図12にその原理を示すような線形部分と非線形部分の両方を持つ導波路で構成できる。これは非線形部分の伝搬光の電界分布が伝搬光の光強度によって図12のように変化するので、非線形部分から線形部分に結

合するときの結合効率が光パワーに依存するという原理によっている。この様な構成の光リミタでは、リミタの入出力特性及び飽和出力は導波路を構成する物質の屈折率、非線形屈折率、導波路のサイズ、形状、線形、非線形の繰り返し回数の組み合わせで自由に設計できる。

【0009】さらに、上記の受動光導波路がファイバ型であれば光ファイバ増幅器や伝送用光ファイバとの接続が容易になって結合損失が減少し、中継間隔が拡大できる。

【0010】さらに、このような原理の光リミタではリミタ動作によってカットされたパワーは導波路からの漏れ光となるのでそのパワーを検知することで光リミタへの入力パワーを知ることが出来る。その漏れ光のパワーが適切な値で一定となるように光リミタの前にある光送信器または光増幅器の出力パワーを制御すれば、光送信器または光増幅器の出力が少なすぎてリミタ動作が行なわれず振幅変動が残ることがなくなる。また、光送信器または光増幅器が必要以上のパワーを出すことも防げる。

【0011】さらに、光リミタの飽和出力は非線形部分に外部からバイアス光を照射するか、バイアス電圧を印加することで図13にその特性を示すように小さくすることができる。したがって光リミタ設計時では飽和出力を制御範囲の最大値に設定し、バイアスを加えることでその飽和出力を制御すれば光アンプの出力パワーに応じて適切に振幅変動を除去することができ、光システム的设计や動作に柔軟性が出来る。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1は本発明が適用された光通信システムの主要部である光増幅器1、及び光リミタ2の部分を示す構成図である。図示のように、光増幅器1の直後に光リミタ2が配されている。光増幅器1としては現在よく使用されている希土類添加光ファイバ増幅器の他に、半導体レーザ増幅器でも良い。光リミタ2は光増幅器出力後出来るだけ光ファイバを通さずに置いている。

【0013】図2はこれをコヒーレント光通信システムに組み込んだ実施例である。送信器4から出力された光は受信器、あるいは再生中継器5で受信されるまで何度か光増幅器1で増幅されるが、各々の光増幅器1の直後に光リミタ2を配する。また、送信器出力光の光パワーが大きい場合には、その直後にも光リミタ2を置く。

【0014】図3は本発明の実施例の一部で、光リミタ2の構成例である。線形のチャンネル型導波路7の一部が非線形導波路8に置き代わっている。線形導波路を構成する物質は無機、有機どちらでも良い。また、図4のように線形チャンネル導波路7の上に非線形薄膜9をクラッドとしてつけても良い。また、ジアセチレンのように通常は線形物質でそれに紫外線照射など何か操作を加えると非線形物質になるものを使用すれば、図5の様な構成

ができる。この様にすると入力パワーが小さいときのモード分布の差が小さく損失が少なくなる。また、図6のように、線形部7と非線形部8を何回か繰り返すと、リミタ飽和出力が小さくなる。

【0015】以上はチャンネル型導波路7であるが、同じ効果を得るのに図7の様にファイバ型にしても良い。即ち、線形クラッド14内部に挿通された線形コア12の一部を非線形コア13に置換えて構成することもできる。また、このようなファイバ型は図3のような板状のものより細かい加工が施しにくいので製作がやや難しくなるが、光ファイバ増幅器や伝送用光ファイバとの結合損失は板状の導波路より小さくなる。

【0016】図8は本発明の実施例の一部であって、光リミタ2からの漏れ光を光検出器15で検出し、その検波出力を光増幅器制御装置16で適切な制御信号に直して光増幅器1にフィードバックし、光リミタ2の動作が最も有効に行なわれる入力パワーを光増幅器1が出力するように制御する。これによって、光リミタ2を最適な条件で使うことができるようになる。

【0017】図9、10は本発明の実施例の一部であって、光増幅器1の出力を線形光分配器17で分けその一方を光検出器15で受け、光リミタ2への入力パワーを検知する。これを光リミタ制御装置18で適切な制御信号に変換し、図9のように光バイアス光源19を制御する。あるいは図10のように光リミタ2のバイアス電圧を制御するのに使用される。このとき、制御は光リミタ2の動作が最も有効に行なわれるようにするか、あるいは、光リミタ2の出力パワーが全体のシステムからの要求値を満たすように行なわれる。これによって光リミタ2が最適な条件下で動作するようになる。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光増幅器を使用して光ファイバへの入射パワーが大きいコヒーレント伝送システムにおいて、伝送される光には振幅一定変調を掛け、光増幅器あるいは光送信器直後に光リミタを配することにより、自己位相変調の原因となる光振幅の変動が除去できる。その結果、光増幅器の出力を大きくすることができ、伝送システム内の光増幅器間隔を長くすることができる。また、自己位相変調による波形劣化が無くなるので再生中継器間隔を長くすることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用された光通信システムの主要部である光増幅器、光リミタを示す構成図である。

【図2】本発明の光通信システムの一実施例の構成を示すブロック図である。

【図3】光リミタの構成例であり、線形導波路中に非線形導波路が組み込まれている図である。

【図4】光リミタの構成例であり、線形導波路上で非線形薄膜がクラッドになっている図である。

【図5】 光リミタの構成例であり、線形導波路のクラッドの一部が非線形物質になっている図である。

【図6】 光リミタの構成例であり、線形導波路中に非線形導波路が繰り返し組み込まれている図である。

【図7】 光リミタをファイバ型に構成した例を示す図である。

【図8】 光リミタの漏れ光を検出し、光増幅器に帰還制御をかける例を示す説明図である。

【図9】 光リミタの入力パワーを検知し、バイアス光で光リミタの飽和出力を制御する例を示す説明図である。

【図10】 光リミタの入力パワーを検知し、バイアス電圧で光リミタの飽和出力を制御する例を示す説明図である。

【図11】 光リミタの入出力特性を示す図である。

【図12】 光リミタの原理を示す説明図である。

【図13】 光リミタの入出力特性がバイアスで変化する様子を示す説明図である。

【符号の説明】

1 光増幅器

\*

\* 2 光リミタ

3 伝送用光ファイバ

4 光送信器又は再生中継器

5 再生中継器又は光受信器

6 基板

7 線形導波路

8 非線形導波路

9 非線形クラッド

10 線形クラッド

11 非線形クラッド

12 線形コア

13 非線形コア

14 線形クラッド

15 光検出器

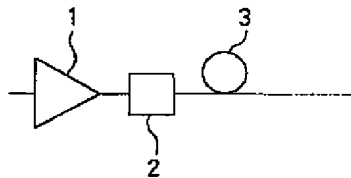
16 光増幅器制御装置

17 光分配器

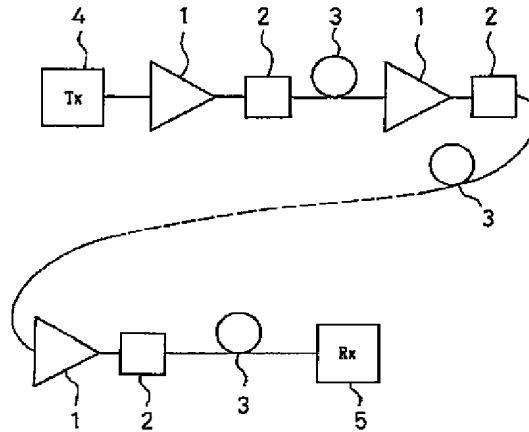
18 光リミタ制御装置

19 光バイアス光源

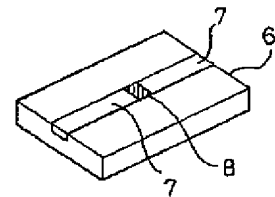
【図1】



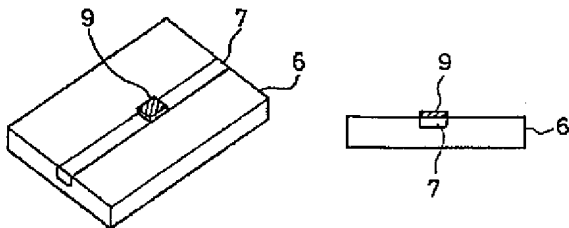
【図2】



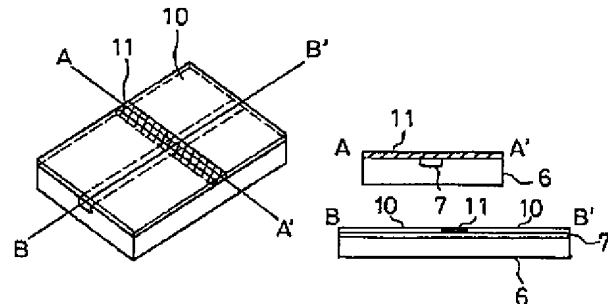
【図3】



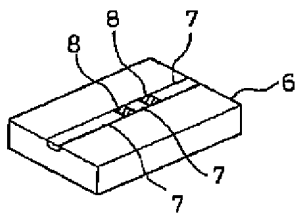
【図4】



【図5】



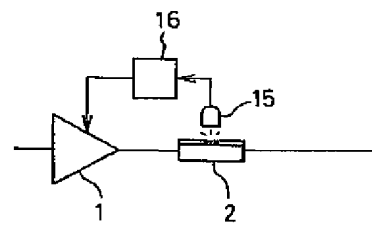
【図6】



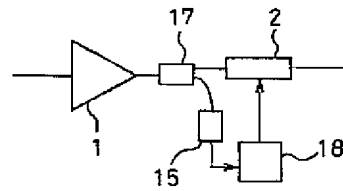
【図7】



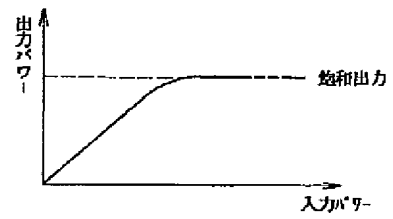
【図8】



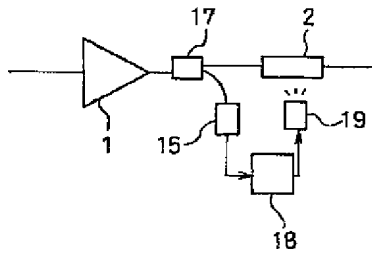
【図10】



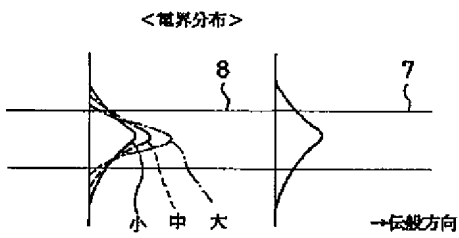
【図11】



【図9】



【図12】



【図13】

